



Winter 2023-2024 Syllabus:

Introduction to Biofluid Mechanics

334009

סילבוס סמסטר חורף תשפ"ג

מכניקת זורמים ביולוגיים

Instructor: Prof. Josué Sznitman

Last updated: September 2023

שעות שבועיות: 3 שעות הרצאה • 2 שעות תרגול

נקודות זיכוי: 4.0

קביעת הציון הסופי

10% - תרגילי בית חובה: ההגשה בזוגות במודל. אנא הקפידו על סריקה ברורה אחרת העבודה לא תיבדק.

90% - בחינה: מועד א' 14.02.2024 | מועד ב' 14.03.2024

מבחן עם חומר סגור, ניתן להביא 2 דפי נוסחאות (4 עמודים סה"כ) בכתב יד או מודפס.

צוות הקורס

| תפקיד | מייל | שעת לימוד |
|------------------------------------|--|---|
| פרופ' גוזזואה שניטמן מרצה אחראי | sznitman@bm.technion.ac.il | א' 11:30 – 13:20 & 14:30-15:20 שעת קבלה: בתיאום מראש במייל |
| רון בסלר מתרגל אחראי | sronbess@campus.technion.ac.il | ב' 12:30-14:20 שעת קבלה: בתיאום מראש במייל |
| אסיל נעמה מתרגלת בודקת שב | aseel.nama@campus.technion.ac.il | ג' 12:30 – 14:20 שעת קבלה: בתיאום מראש במייל |
| תירוש מקלר מתרגל | tiroshmekler@campus.technion.ac.il | ג' 12:30 – 14:20 שעת קבלה: בתיאום מראש במייל |

תקשורת בקורס

פניות ושאלות לצוות הקורס יועלו לאחד הפורומים הרלוונטיים באתר הקורס במודל.

אנא וודאו בתחילת הסמסטר כי הינכם רשומים ומקבלים הודעות.

פניות אישיות יישלחו במייל עם שורת נושא המכילה את הטקסט [BM337403] ונושא הפנייה, למשל:

Subject: [BM337403] Request for homework extension due to hospitalization





Keywords:

Concept of biofluids, continuum, scaling and dimensional analysis, Lagrangian vs. Eulerian variables, conservation of mass, Reynolds transport theorem, conservation of momentum, constitutive equations, Euler, Bernoulli and Navier-Stokes equations, kinematics of fluids, Poiseuille law, Newtonian viscous flows, Non-Newtonian fluids, boundary layers, turbulence, mass transport, diffusion, convection-diffusion equation, transient diffusion.

Course Description & Objectives:

This course introduces the fundamental of fluid mechanics with a focus on biomedical-relevant applications. Details of all topics covered are given below (weekly lectures).

Bibliography

- Sznitman, J. Lecture notes (available on Moodle)
- Fox, Pritchard & McDonald. *Introduction to Fluid Mechanics*, Wiley Press 2010.
- Grotberg, J.B. *Biofluid Mechanics*, Cambridge University Press 2021.

מקצועות קדם:

| שם | מס' קורס |
|---|-----------------|
| חשבון דיפרנציאלי ואינטגרלי 2 | 104013 |
| משוואות דיפרנציאליות רגילות מ' / ת | 104135 / 104136 |
| מבוא לאנטומיה של האדם / מבוא לאנטומ מיקרוסקופית ומקרוסקופ | 274001 / 334274 |

הכנה למבחן

אנו ממליצים כהכנה למבחן להשלים את החומר התיאורטי הנלמד בהרצאות ותרגולים (במידת הצורך) ולפתור עצמאית (ללא שימוש בפתרונות מפורסמים) את התרגילים מהתרגולים ושיעורי הבית. לאחר מכן, ניתן להמשיך לתרגל גם תרגילים ממבחנים ישנים. ישנן הרצאות ותרגולים מוקלטים משנים קודמות לשימושכם באתר **PANOPTO** או באתר **swr.co.il** אך חשוב להדגיש שייתכנו שינויים, וכי החומר עליו תיבחנו יבוסס על מה שהועבר בסמסטר הנוכחי.





Topics & Schedule

מצ"ב הסילבוס המתוכנן לסמסטר הקרוב, כמו כן יתכנו שינויים ויש לעקוב אחר החומר המועבר בכיתה

- **Week 1: Introduction to Fluids**

Definition of a fluid, recap on basic physics and drag force, ideal gas law, Lagrangian and Eulerian approaches, review of dimensions and units.

- **Week 2,3: Fluid Properties**

Introduction to viscosity, review of a stress field, , velocity field including streamlines/pathlines.

Homework 1

- **Week 4,5: Hydrostatics**

Fluid statics, pressure variation, manometer, hydrostatic force and moment , surface tension, buoyancy and stability.

Homework 2

- **Week 6,7: Mass Conservation**

Basic law, definition in integral form (control volume) and examples, definition in differential form and examples, stream function.

Homework 3

- **Week 8: Momentum Conservation**

Newton's second law for a fluid, momentum equation for inertial control volume and examples, angular momentum, kinematics of a fluid element incl. translation, rotation and deformation.

- **Week 9: Incompressible and Inviscid Flows**

Euler equations, Bernoulli equation (derivation), static, stagnation and dynamic pressures, examples (i.e. pitot tube, siphon).

Homework 4

- **Week 10,11: Navier-Stokes' Equations**

Derivation, Navier-Stokes equations for Newtonian fluid and first examples for laminar flows (i.e. inclined plane flow, viscometer between coaxial cylinders)

Unidirectional flows, Fully-developed laminar flow (parallel plates), Hagen-Poiseuille in a tube, vascular hemodynamics, Mucus clearance down incline, Murray's law.

- **Week 12: Dimensional Analysis and Similitude**

Buckingham-Pi theorem, Revisiting the falling ball, examples (Erythrocyte sedimentation rate, microfluidic sorter), Drag coefficient, pump, similarity problems.

Homework 5

- **Week 13: non-Dimensional Navier-Stokes' & Summary and Review**

Revisiting Navier-Stokes Equations in dimensionless form (see also G. Leal approach)
Review preparation ahead of final exam.





Ethics

The strength of the university depends on academic and personal integrity. In this course, you must be honest and truthful. Ethical violations include cheating on exams, plagiarism, reuse of assignments, improper use of the Internet and electronic devices, unauthorized collaboration, alteration of graded assignments, forgery and falsification, lying, facilitating academic dishonesty, and unfair competition. Report any violations you witness to the instructor.

Students with Disabilities

Any student with a disability who may need accommodations in this class must obtain an accommodation letter from Technion International's guidance counselor:
counselor@int.technion.ac.il

ABET Outcomes

- (a) Ability to apply knowledge of mathematics, science and engineering.
- (b) Ability to identify, formulate, and solve engineering problems.
- (c) Understanding of professional and ethical responsibility.
- (d) Ability to use the techniques, skills, and modern engineering tools necessary for engineering practice.
- (e) Apply dimensional analysis to solve fluid mechanics problems
- (f) Apply conservation equations
- (g) Assimilate velocity fields and fluid kinematics
- (h) Explain what is fluid viscosity and shear forces
- (i) Understand pressure gradients and flow
- (j) Apply diffusion mass transport equations
- (k) Describe the behavior of Newtonian and non-Newtonian fluids
- (l) Describe what are biofluids

